

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 04/1643

REC'D 28 OCT 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 020 500.0

Anmeldetag: 26. April 2004

Anmelder/Inhaber: Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische
Glühlampen mbH, 81543 München/DE

Bezeichnung: Schaltungsanordnung zum Betreiben von
Hochdruckentladungslampen

IPC: H 05 B 41/288

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 02. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stark

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH., München

Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen gemäß des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

I. Stand der Technik

Eine derartige Schaltungsanordnung ist beispielsweise in dem Artikel von Michael Gulko und Sam Ben-Yaakov „A MHz Electronic Ballast for Automotive-Type HID Lamps“ IEEE Power Electronics Specialists Conference, PESC-97, Seiten 39-45, St. Louis, 1997 beschrieben. In dieser Veröffentlichung wird ein stromgespeicherter Gegentaktwandler offenbart, der über einen Transformator einen Lastkreis, in den eine Hochdruckentladungslampe geschaltet ist, mit einer hochfrequenten Wechselspannung beaufschlagt. In den Lastkreis ist außerdem die Sekundärwicklung des Zündtransformators einer Zündvorrichtung geschaltet, welche die Zündspannung zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe generiert.

Die Offenlegungsschrift WO 98/18297 beschreibt einen Gegentaktwandler, der über einen Transformator einen Lastkreis und eine galvanisch davon getrennte Impulszündvorrichtung mit hochfrequenter Wechselspannung beaufschlagt. In den Lastkreis ist eine Hochdruckentladungslampe geschaltet. Die Impulszündvorrichtung liefert während der Zündphase Hochspannungsimpulse an eine Zündhilfselektrode der Hochdruckentladungslampe.

II. Darstellung der Erfindung

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Schaltungsanordnung mit geringerer Verlustleistung bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungs-
5 lampen weist einen Spannungswandler zur Energieversorgung eines Lastkreises auf, der mit Anschlüssen für eine Hochdruckentladungslampe und für die Sekundärwicklung eines Zündtransformators einer Impulszündvorrichtung, die zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe dient, versehen ist, und zeichnet sich dadurch aus, dass im Lastkreis mindestens ein Kondensator angeordnet ist, der
10 bei angeschlossener Impulszündvorrichtung in Serie zur Sekundärwicklung des Zündtransformators geschaltet ist, wobei die Kapazität des Kondensators derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe zumindest eine partielle Kompensation
15 der Induktivität des Zündtransformators bewirkt, wenn die Sekundärwicklung vom Lampenstrom durchflossen wird.

Durch die zumindest partielle Kompensation der Induktivität der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung des Zündtransformators mittels des mindestens einen Kondensators lässt sich der durch sie im Lastkreis verursachte Spannungsabfall
20 auf ein gewünschtes Maß reduzieren, wodurch die Verlustleistung in den Komponenten des Spannungswandlers, insbesondere in seinen Halbleiterschaltern und in dem Transformator an seinem Spannungsausgang, verringert wird. Die Kapazität des mindestens einen Kondensators C1 berechnet sich aus der vorhandenen Induktivität der Zündtransformatorsekundärwicklung L1b, gewünschten wirksamen Induktivität
25 L_{soll} der Zündtransformatorsekundärwicklung und der Schaltfrequenz f des Spannungswandlers bzw. der Frequenz des Lampenwechselstroms zu:

$$C1 = 1 / (4 \pi^2 (L1b - L_{\text{soll}}))$$

Eine große Zündinduktivität L1b ergibt eine hohe Güte des von dem Spannungswandler gespeisten Lastkreises und mit zunehmender Güte nimmt der Lampenstrom

einen ideal sinusförmigen Verlauf an. Dadurch wird die elektromagnetische Verträglichkeit der Schaltungsanordnung erhöht. Außerdem werden dadurch akustische Resonanzen in dem Entladungsmedium nur noch mit geringer Intensität angeregt.

Der vorgenannte mindestens eine Kondensator kann auch als Bestandteil einer Impulszündvorrichtung für eine Hochdruckentladungslampe ausgebildet sein, die ihrerseits wiederum in dem Lampensockel der Hochdruckentladungslampe untergebracht werden kann.

III. Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Nachstehend wird die Erfindung anhand einiger bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe gemäß des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung

Figur 2 Eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung

Figur 3 Eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe gemäß des dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung

Bei den in den Figuren 1 bis 3 abgebildeten Ausführungsbeispielen der Erfindung handelt es sich um Schaltungsanordnungen und Impulszündvorrichtungen für den Betrieb einer quecksilberfreien Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe mit einer elektrischen Leistungsaufnahme von ca. 35 Watt, die für den Einsatz in dem Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist.

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betreiben der oben genannten quecksilberfreien Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe abgebildet. Zusätzlich ist auch eine, in den Figuren als Impulsquelle bezeichnete Impulszündvorrichtung zum Zünden der Gasentladung in der quecksilberfreien Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe abgebildet, die in dem Lampensockel untergebracht ist. Die Schaltungsanordnung umfasst eine

Gleichspannungsquelle, die von der Batterie bzw. Lichtmaschine des Kraftfahrzeugs gebildet wird, und eine Drossel L3, einen steuerbaren Halbleiterschalter S3, eine parallel dazu geschaltete Diode D3 sowie einen parallel zu der Diode D3 und dem Schalter S3 angeordneten Kondensator C3. Die Bauteile L3, S3, D3 und C3 sind nach Art eines stromgespeisten Klasse-E-Konverters miteinander verschaltet. Sie bilden den Betriebsteil der Schaltungsanordnung. Der Kondensator C3 bildet den Spannungsausgang des vorgenannten Konverters, an den ein Lastkreis angeschlossen ist, der mit Anschlüssen für die Hochdruckentladungslampe La und die Impulszündvorrichtung versehen ist. Die Impulszündvorrichtung umfasst einen Zündtransformator T1, dessen Sekundärwicklung L1b in den Lastkreis geschaltet ist. In Serie zu der Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1 ist der Kondensator C1 geschaltet, der während des Lampenbetriebs nach Beendigung der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La aufgrund der Dimensionierung seiner Kapazität eine partielle Kompensation der Induktivität der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L1b bewirkt. Das Betriebs- und Zündteil sind hier über abgeschirmte Koaxialkabel miteinander verbunden. Der Kondensator C1 ist hier als Komponente der Impulszündvorrichtung ausgebildet und im Lampensockel untergebracht. Eine Dimensionierung des Kondensators C1 und des Zündtransformators T1 mit der Sekundärwicklung L1b ist in der Tabelle angegeben.

In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betreiben der oben genannten quecksilberfreien Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe abgebildet. Zusätzlich ist auch eine, in den Figuren als Impulsquelle bezeichnete Impulszündvorrichtung zum Zünden der Gasentladung in der quecksilberfreien Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe abgebildet, die in dem Lampensockel untergebracht ist. Die Schaltungsanordnung umfasst eine Gleichspannungsquelle, die von der Batterie bzw. Lichtmaschine des Kraftfahrzeugs gebildet wird, und eine Drossel L4, einen Kondensator C4, zwei steuerbare Halbleiterschalter S41, S42 mit jeweils einer parallel dazu geschalteten Diode D41 bzw. D42 und einen Transformator T4 mit zwei Primär- und einer Sekundärwicklung. Die Schalter S41, S42 sind als Feldeffekttransistoren (MOSFETS) ausgebildet und bei den Dioden D41 bzw. D42 handelt es sich um die in den Feldef-

fektttransistor S41 bzw. S42 integrierte sogenannte Body-Diode. Die Drossel L4, der Kondensator C4, die Halbleiterschalter S41, S42 mit ihren Dioden D41, D42 und der Transformator T4 sind nach der Art eines stromgespeisten Gegentaktwandlers, wie in dem oben zitierten Stand der Technik beschrieben, miteinander verschaltet. Mit Hilfe
5 der Drossel L4 wird an dem Mittenabgriff zwischen den beiden gleichsinnig gepolten Primärwicklungen des Transformators T4 ein näherungsweise konstanter Strom eingepreßt. Die Halbleiterschalter S41, S42 schalten alternierend, so dass immer einer der beiden Schalter S41, S42 geschlossen ist. Die vorgenannten Komponenten der Schaltungsanordnung bilden den Betriebsteil für die Lampe La, der in einem Gehäu-
10 se, separat von der Lampe angeordnet ist. An die Sekundärwicklung des Transformators T4 ist ein Lastkreis angeschlossen, der mit Anschlüssen für die quecksilberfreie Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe La und die Impulszündvorrichtung ausgestattet ist. Die Impulszündvorrichtung umfasst einen Zündtransformator T1, dessen Sekundärwicklung L1b in den Lastkreis geschaltet ist. In Serie zu der
15 Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1 ist der Kondensator C1 geschaltet, der während des Lampenbetriebs nach Beendigung der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La aufgrund der Dimensionierung seiner Kapazität eine partielle Kompensation der Induktivität der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L1b bewirkt. Das Betriebs- und Zündteil sind hier über abgeschirmte
20 Koaxialkabel miteinander verbunden. Der Kondensator C1 ist hier als Komponente der Impulszündvorrichtung ausgebildet und im Lampensockel untergebracht.

Die in Figur 3 abgebildete Schaltungsanordnung des dritten Ausführungsbeispiels unterscheidet sich von der des zweiten Ausführungsbeispiels nur durch die zusätzlichen Serienresonanzkreisbauteile C5, L5, die parallel zu der Sekundärwicklung des
25 Transformators T4 geschaltet sind. Daher tragen in den Figuren 2 und 3 identische Bauteile dieselben Bezugszeichen. Die Kondensatoren C1, C5 und die Induktivität L5 bilden zusammen einen Serienresonanzkreis, der während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La die Impulszündvorrichtung mit Energie versorgt. Der Spannungseingang der Impulszündvorrichtung ist zu diesem Zweck parallel zu den
30 während der Zündphase der Lampe La in Serie geschalteten Kondensatoren C1, C5 geschaltet. Nach Beendigung der Zündphase werden die parallel zu der Entladungs-

strecke der Hochdruckentladungslampe La geschalteten Bauteile C5, L5 des Serienresonanzkreises durch die nun leitfähige Entladungsstrecke der Lampe La kurzgeschlossen und die Schaltfrequenz des stromgespeisten Gegentaktwandlers wird so weit erhöht, dass sie nahe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises liegt, der von dem nun in Serie zu der Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1 geschalteten Kondensators C1 und der vorgenannten Sekundärwicklung L1b gebildet wird. Der Kondensator C1 bewirkt, nach Beendigung der Zündphase, während des Lampenbetriebs eine partielle Kompensation der Induktivität der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1, wodurch die Verlustleistungen in den Halbleiterschaltern S41, S42 des Gegentaktwandlers und dem Transformator T4 reduziert werden. Eine Dimensionierung der Bauteile gemäß des zweiten und dritten Ausführungsbeispiels ist in der Tabelle angegeben.

Während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La werden die Feldeffekttransistoren S41, S42 von ihrer, beispielsweise als Mikrocontroller-Steuerung ausgebildeten Ansteuerungsvorrichtung (nicht abgebildet) alternierend mit einer Schaltfrequenz von 350 Kilohertz geschaltet, die der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises L5, C5, C1 entspricht. An der Sekundärwicklung des Transformators T4 wird dadurch eine Wechselspannung von derselben Frequenz generiert, aus der mittels des vorgenannten Serienresonanzkreises eine durch Resonanz überhöhte Wechselspannung von ca. 2500 Volt erzeugt wird. An der Serienschaltung der Kondensatoren C5, C1 steht daher für die Impulszündvorrichtung eine entsprechend hohe Eingangsspannung zur Verfügung, die ausreicht, um den Zündkondensator (nicht abgebildet) der Impulszündvorrichtung über die Gleichrichterdiode (nicht abgebildet) und den Ladedwiderstand (nicht abgebildet) auf die Durchbruchsspannung der Funkenstrecke (nicht abgebildet) der Impulszündvorrichtung aufzuladen. Beim Durchbruch der Funkenstrecke entlädt sich der Zündkondensator über die Primärwicklung L1a des Zündtransformators T1 und in seiner Sekundärwicklung L1b werden Hochspannungszündimpulse von bis zu 30000 Volt zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe La generiert. Nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe La wird der Serienresonanzkreis L5, C5 durch die nun leitfähige Entladungsstrecke der Lampe La kurzgeschlossen und dadurch reicht

die an dem Resonanzkondensator C5 bereitgestellte Eingangsspannung für die Impulszündvorrichtung nicht mehr aus, um den Zündkondensator auf die Durchbruchspannung der Funkenstrecke aufzuladen. Nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe La wird die Schaltfrequenz des Gegentaktwandlers auf eine Frequenz von 550 Kilohertz angehoben. Während dieser Betriebsphase, der sogenannten Anlaufphase oder dem sogenannten Leistungsanlauf der Lampe, wird der Lampe La eine überhöhte Leistung zugeführt, um ein schnelles Verdampfen der Füllungskomponenten des Entladungsmediums der Hochdruckentladungslampe La und damit in möglichst kurzer Zeit die volle Lichtemission der Lampe La zu erreichen. Am Ende des vorgenannten Leistungsanlaufs wird die Frequenz des Lampenwechselstroms auf den Wert von 715 Kilohertz angehoben, um den Betrieb bei der Lampennennleistung von 35 Watt zu gewährleisten. Der in Serie zu der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L1b geschaltete Kondensator C1 bewirkt bei dieser Frequenz eine teilweise Kompensation der Induktivität der Sekundärwicklung L1b und trägt so zur Reduktion der Leistungsverluste in den Halbleiterschaltern S41, S42 und dem Transformator T4 bei.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die oben näher erläuterten Ausführungsbeispiele, sondern kann auch im Zusammenhang mit anderen Spannungswandlern als den beiden oben genannten Typen verwendet werden.

Tabelle: Dimensionierung der Bauteile der Schaltungsanordnungen gemäß des zweiten und dritten Ausführungsbeispiels

	C4	1.0 nF, FKP1 (WIMA)
	C5	35 pF
5	C1	570 pF
	L4	60 μ H, 20Wdg. auf RM5, N49 (EPCOS)
	L5	4,6 mH, EFD15, N49, 300 Wdg. (EPCOS)
	T4	EFD25, N59, ohne Luftspalt, Sekundär: 40 Wdg., zwei Primärwicklungen mit jeweils 8 Wdg.
10	T1	Primär: 1 Wdg., Sekundär: 20 Wdg.
	L1b	60 μ H
	S41 (& D41)	IRF740, Power-MOSFET (International Rectifier)
	S24 (& D42)	IRF740, Power-MOSFET (International Rectifier)
15	La	quecksilberfreie Halogen-Metall dampf-Hochdruckent- ladungslampe, nominal 35 Watt, 45 Volt

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen, wobei die Schaltungsanordnung einen Spannungswandler zur Energieversorgung eines Lastkreis aufweist, der mit Anschlüssen für eine Hochdruckentladungslampe (La) und für die Sekundärwicklung (L1b) eines Zündtransformators (T1) einer Impulszündvorrichtung, die zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) dient, versehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass im Lastkreis mindestens ein Kondensator (C1) angeordnet ist, der bei angeschlossener Impulszündvorrichtung in Serie zur Sekundärwicklung (L1b) des Zündtransformators (T1) geschaltet ist, wobei die Kapazität des Kondensators (C1) derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) zumindest eine partielle Kompensation der Induktivität des Zündtransformators (T1) bewirkt, wenn die Sekundärwicklung (L1b) vom Lampenstrom durchflossen wird.
2. Impulszündvorrichtung für eine Hochdruckentladungslampe mit einem Zündtransformator (T1) zum Erzeugen von Zündimpulsen, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündvorrichtung mindestens einen Kondensator (C1) aufweist, der in Serie zu der Sekundärwicklung (L1b) des Zündtransformators (T1) geschaltet ist und dessen Kapazität derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) zumindest eine partielle Kompensation der Induktivität des Zündtransformators (T1) bewirkt, wenn die Sekundärwicklung (L1b) vom Lampenstrom durchflossen wird.
3. Hochdruckentladungslampe mit einer im Lampensockel angeordneten Impulszündvorrichtung nach Anspruch 2.

Zusammenfassung

Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen, wobei die Schaltungsanordnung einen Spannungswandler zur Energieversorgung eines Lastkreis aufweist, der mit Anschlüssen für eine Hochdruckentladungslampe (La) und für die Sekundärwicklung (L1b) eines Zündtransformators (T1) einer Impulszündvorrichtung, die zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) dient, versehen ist, und sich dadurch auszeichnet, dass im Lastkreis mindestens ein Kondensator (C1) angeordnet ist, der bei angeschlossener Impulszündvorrichtung in Serie zur Sekundärwicklung (L1b) des Zündtransformators (T1) geschaltet ist, wobei die Kapazität des Kondensators (C1) derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) zumindest eine partielle Kompensation der Induktivität des Zündtransformators (T1) bewirkt, wenn die Sekundärwicklung (L1b) vom Lampenstrom durchflossen wird.

15 Figur 2

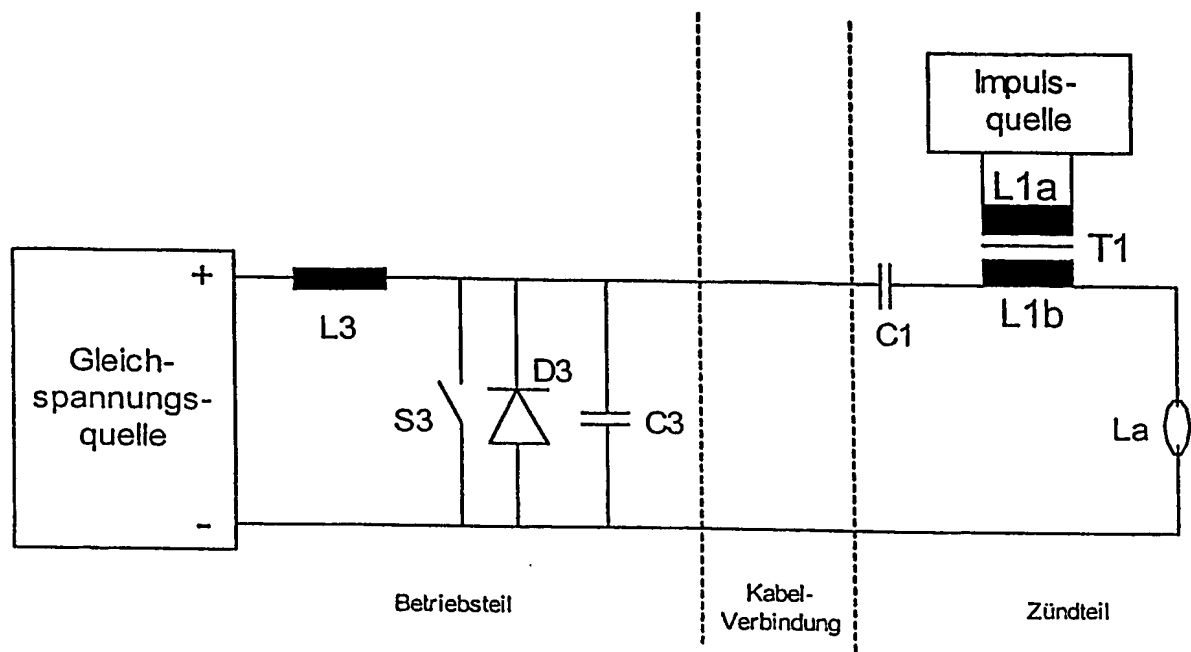


Fig. 1

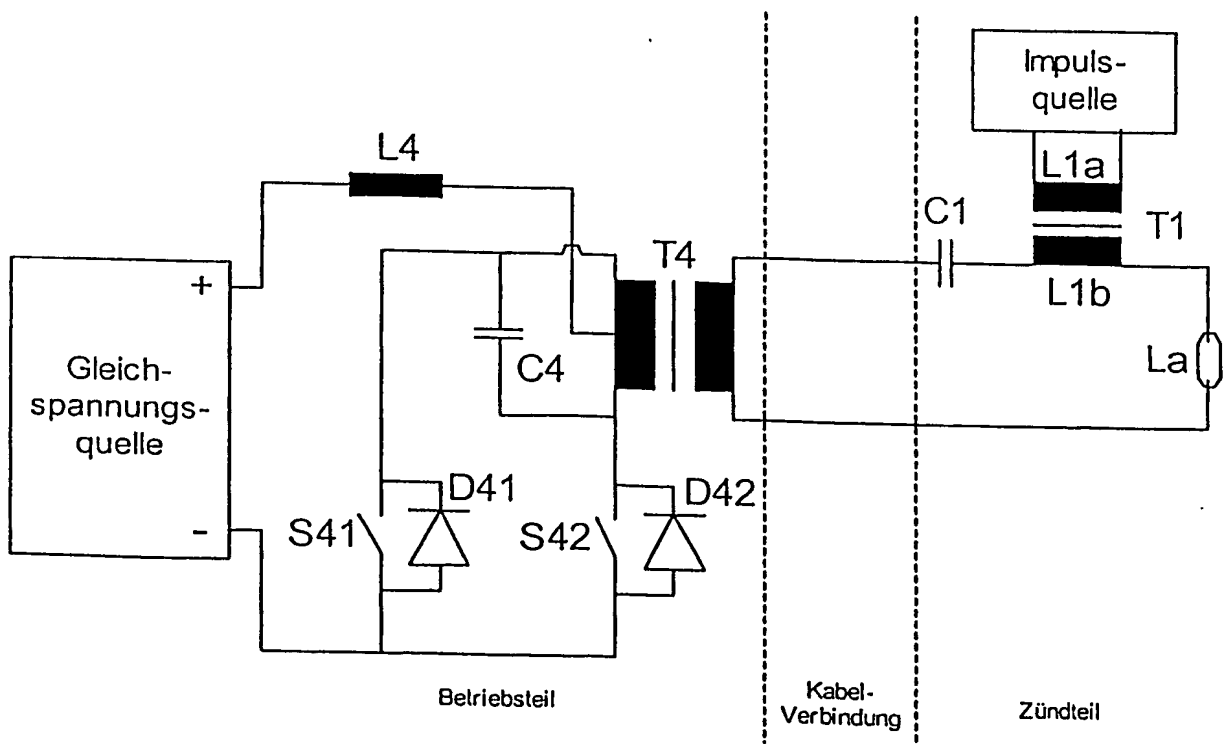


Fig. 2

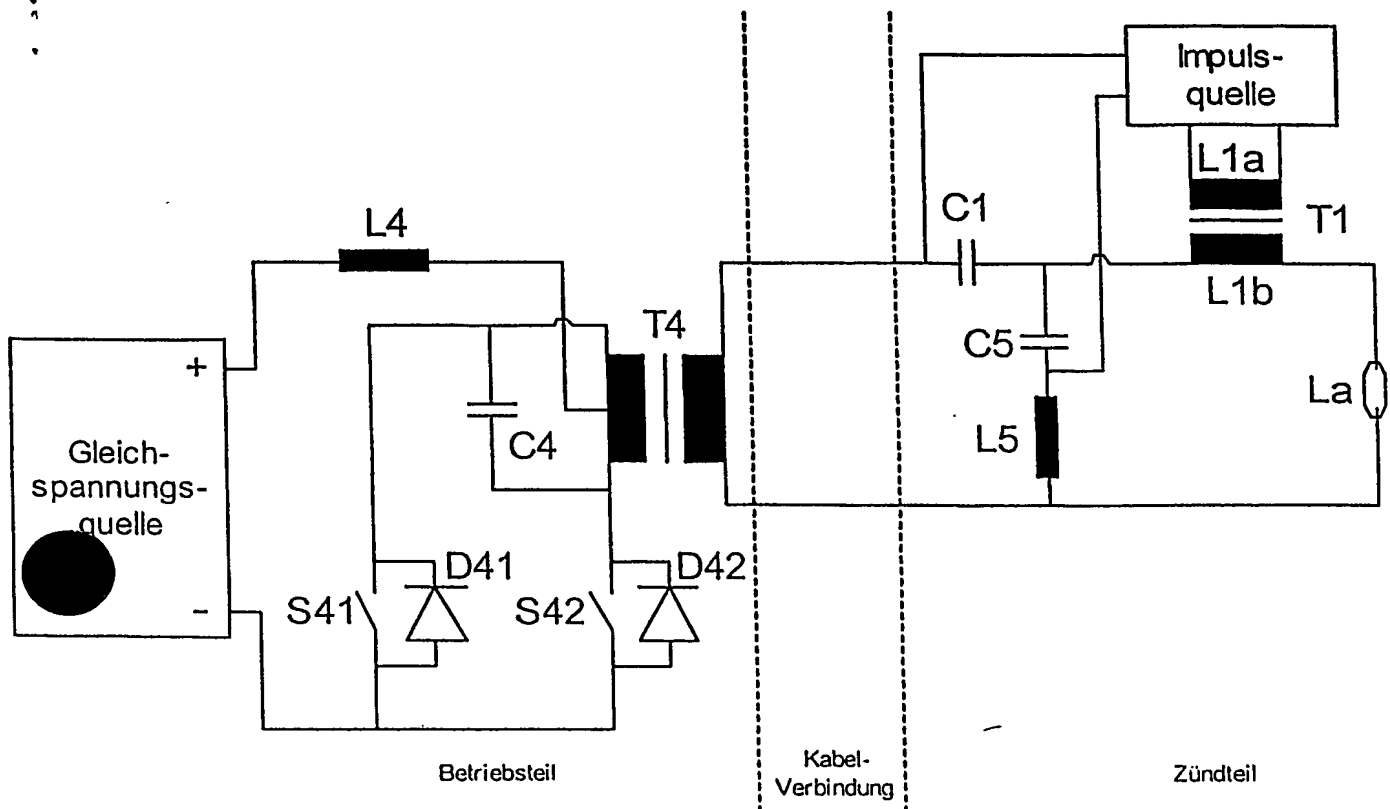


Fig. 3